Aus dem Hygienischen Institut der Universität Berlin
(Vorstand: Professor Dr. H. Zeiss)

Ueber den Einfluß von Desinfektionsmitteln auf die dehydrierenden Leistungen von Bakterien

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des
Medizinischen Doktorgrades
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin
vorgelegt von

Tung-hsiung Tschen
aus Kwangtung (China)

Tag der Promotion: 17. 2. 1939

Druck: Friedrich Peters Berlin-Charlottenburg, Goethestraße 78

M 475

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Zeiss.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

In der neuzeitlichen Forschung, nachdem das Ferment erkannt wurde, beschäftigte man sich in der Bakteriologie viel mit dem Stoffwechselproblem und konnte oft sehr interessante und wichtige Erscheinungen beobachten. Man stellte fest, daß zahlreiche Mikroorganismen eine starke dehydrierende Fermentfunktion besitzen. Mit Hilfe der von Thunberg angegebenen Farbstofftechnik wurde sie in unserem Institute und von anderen Forschern, wie Quastel und Braun, nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ weiter verfolgt.

Nun wissen wir aber, daß auch im Zerfall begriffene Bakterien noch Sauerstoff zehren. Diese Tatsache besagt, daß Fermentfunktion und Leben nicht identisch sind. So wird es sehr interessant sein, erfahren zu können, welchen Einfluß die Desinfektionsmittel auf die dehydrierenden Bakterienfermente auszuüben vermögen. Es ist durchaus möglich, daß die während des Desinfektionsprozesses zugrundegehenden Bakterien noch imstande sind, dehydrierende Wirkungen zu entfalten.

Ueberblickt man die gesamte bakteriologische Literatur, so wird man finden, daß in diesem Gebiete noch wenig erforscht ist. Es gab zwar einige Autoren, die sich für diese Frage interessiert haben. Eine klare, befriedigende Lösung ist aber noch nicht gegeben. So hat Euler zwar nachgewiesen, daß Resorcin die Gärfähigkeit der Hefe unterdrücken kann, ohne die Hefezellen abzutöten. Ob die Hefe noch die Gärfähigkeit behält, wenn man das Resorcin entfernt, nachdem es die Hefezellen abgetötet hat, ist noch nicht festgestellt worden. Nach den Versuchen von Braun an Proteusbakterien mit milchsauren und ameisensauren Salzen als H-donatoren wirken Karbolsäure und Trypaflavin in starken Konzentrationen auf die Dehydrierung hemmend. Die wirksamen Konzentrationen der Antiseptica sollen weit unter den abtötenden liegen. Auch er hat die Versuche in Gegenwart von Desinfektionsmitteln angestellt. Warburg untersuchte die Beeinflussung der Oxydationsgeschwindigkeit in lebenden Zellen durch chemische Substanzen und konnte feststellen, daß die Wirkung reversibel ist. Entfernt man die hemmenden Substanzen aus der um-

spülenden Flüssigkeit, so steigt die Oxydationsgeschwindigkeit auf ihren ursprünglichen Wert. Bei lebenden Zellen können die Antiseptica nur die Fermentfunktion hemmen; sie zerstören die Fermente selbst aber nicht. Es interessiert uns daher die Frage, inwieweit die Fermente zerstört werden, wenn wir die Bakterien durch Desinfektionsmittel abtöten.

Von Quastel und seinen Mitarbeitern wurde mit Hilfe der Methylenblautechnik festgestellt, daß Toluol, Benzol und Aether nicht alle dehydrierenden Fermente der Colibakterien gleichmäßig schädigen und doch die Bakterien in fünf Minuten praktisch vollständig abzutöten vermögen. Bei seinen Desinfektionsversuchen konnten aber noch einzelne zerstreute Kolonien bei der Nachkultur auf der Agarplatte erhalten werden. Ob nicht eine Wachstumshemmung durch mitüberimpfte Desinfektionsmittel eine Abtötung vortäuscht, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Durch Herrn Dozent Dr. Ehrismann bin ich angeregt worden, mit Hilfe der Farbstofftechnik die Beziehungen zwischen dem Reduktionsvermögen und der Wachstumsfähigkeit der Bakterien nach der Einwirkung von verschiedenen Desinfektionsmitteln zu untersuchen und festzustellen, mit welchen Desinfektionsmitteln man die Bakterien am besten abtöten kann, ohne ihre dehydrierenden Fermente dabei zu sehr zu schädigen.

Bei meinen Versuchen benutzte ich Staphylococcus aureus und Bacterium coli, die ich von dem Untersuchungsamt des hygienischen Instituts erhalten konnte. Zur Weiterzüchtung von Reinkulturen wurden ausschließlich Schrägagarröhrchen verwendet. Hiervon wurden die Bakterien dann in einer sterilen physiologischen NaCl-Lösung aufgeschwemmt und auf größere Nährmedienmengen z. B. in Kolbschalen übergossen. Darauf kamen die Kulturen auf 24 Stunden in den Brutschrank von 37 ° C. Danach wurden die Bakterien in einer mit Phosphat gepufferten, physiologischen NaCl-Lösung von P_H 7,4 steril gewaschen und zentrifugiert. Mit den auf diese Weise gewonnenen Bakterien wurden meine experimentellen Versuche angestellt.

Als Desinfektionsmittel benutzte ich Sublimat, Aethylalkohol, Methylalkohol, Toluol, Benzol und Aether. Auch

mit Kresol habe ich einige Versuche gemacht. Nachdem ich festgestellt habe, daß eine 30 Vol %ige Kresollösung die Fermente vollständig zerstören kann, ohne die Bakterien vollkommen abzutöten, verzichtete ich auf weitere Untersuchung damit.

A. Methylenblaureduktion durch abgetötete Staphylokokken in Gegenwart von Desinfektionsmitteln.

Anfangs habe ich die Dehydrierung in Gegenwart von Desinfektionsmitteln geprüft und wollte mich davon überzeugen lassen, ob es nicht ein Desinfektionsmittel gibt, das die dehydrierende Fermentfunktion nicht oder nur schwach hemmen und die Bakterien doch abtöten kann. Bei sämtlichen Versuchen benutzte ich Methylenblau als H-akzeptor und Na-Laktat als H-donator, weil nach früheren Versuchen diese beiden Substanzen sich als am wirksamsten erweisen.

Ich nahm 2 ccm Methylenblaulösung in der Konzentration von 1 : 10 000, 2 ccm Na-Laktat-Lösung in der Konzentration von 0,3 Mol und 2 ccm Staphylokokken in einer Desinfektionsmittellösung aufgeschwemmt, die schon eine bestimmte Zeitlang gestanden hat. Indem ich die Konzentration der Desinfektionsmittellösung und die Zeit der Einwirkung variiere, kann ich feststellen, in welchen Konzentrationen und in welcher Wirkungsdauer die verschiedenen Desinfektionsmittel die Staphylokokken abtöten können, und ihre Fermente vollständig zerstören werden. Die Mischung von den drei Lösungen (Methylenblau, Laktat und Bakterien mit Desinfektionsmittel) wurde dann in ein Thunbergröhrchen gebracht und an einer Wasserstrahlpumpe evakuiert. Darauf wurde die Reduktion in einem wasserbade von 37.0 C beobachtet.

1. Versuche mit Sublimat und Aethylalkohol.

Mit dem Sublimat und Aethylalkohol habe ich angefangen und stellte fest, daß sie schon eine stark hemmende Wirkung auf die Dehydrierung entfalten, bevor sie die Staphylokokken abtöten.

Tabelle I.

Staphylococcus aureus Urban wurde mit Desinfektionsmitteln behandelt und in Gegenwart von denselben auf die Methylenblaureduktion mit Laktat als H-donator untersucht.

Desinfektionsmittel	Wirkungsdauer in Minuten	Substrat 0,1 Mol	Reduktion in Minuten	Wachstum
Sublimat				
1 : 5000	5	Na-Laktat	unverändert	+
1 : 5000	30	„	„	—
1 : 10000	5	„	„	+
1 : 20000	5	„	63	+
1 : 20000	15	„	90	+
1 : 20000	30	„	120	+
Aethylalkohol				
50 Vol %	5	„	unverändert	—
40 Vol %	5	„	„	+
30 Vol %	5	„	4	+

Die Tabelle I zeigt, daß das Sublimat in der Konzentration von 1 : 30 000 schon die dehydrierende Fähigkeit der Staphylokokken, welche vorher 5 Minuten lang mit dem Sublimat 1 : 10 000 behandelt sind, vollständig aufhebt, während erst stärkere Konzentrationen die Bakterien sicher abtöten können. Auch nach 5 Minuten langer Einwirkung von 40 Vol. %igem Aethylalkohol können die Staphylokokken in Gegenwart von dem durch Methylenblau- und Substratlösung dreifach verdünnten Alkohol das Methylenblau mit Laktat als H-donator nicht mehr reduzieren, während sie erst nach 5 Minuten langer Behandlung mit 50 Vol. %igem Aethylalkohol absterben.

2. Versuche mit Toluol.

Beim Toluol sind wir nun einer Schwierigkeit begegnet. Denn es ist in Wasser schwer löslich. Gibt man einer Bakterienaufschwemmung Toluol hinzu, so schwimmt es wegen seines leichteren spezifischen Gewichtes auf der Oberfläche. Somit ist seine desinfizierende Wirkung sehr schwach. Er gestattet daher auch keine Dosierung. Es gelang mir nicht, die Staphylokokken durch Umrühren mit Toluol abzutöten. Ich konnte sie mit Toluol aber auf eine andere Weise abtöten, und zwar bei Brutschrank-

temperatur und möchte dies im Zusammenhang an einer anderen Stelle schildern.

3. Versuche mit Aether.

Nur Aether vermag die Staphylokokken abzutöten und hemmt die Dehydrierung relativ gering. Die Tabelle II zeigt, daß die Staphylokokken durch den Aether schon in 4 Stunden abgetötet werden und die Reduktion in seiner Gegenwart noch in 4 Minuten vor sich gehen kann. Dies könnte daran liegen, daß der Aether nur zum kleinen Teil im Wasser gelöst ist und beim Evakuieren wieder zum Teil verdunstet. Nach Oppenheimer ist ein Teil Aether in zehn Teilen Wasser löslich. Ferner zeigt die Tabelle II, daß die Bakterienfermente durch Aether in 24 Stunden stark geschädigt werden.

Tabelle II.

Staphylococcus aureus Urban, Bakterienzahl = 824 Mill./ccm

Datum	in Aether bei 18 ° C	Substrat 0,1 Mol.	Reduktion in Minuten	Wachstum
13. 10.	0 Std.	ohne Na-Laktat	—	
13. 10.	0 Std.	„	2,5	
13. 10.	2 Std.	„	4	+ +
13. 10.	4 Std.	„	4	— —
14. 10.	24 Std.	„	40	— —
14. 10.	24 Std.	„	40	— —

An dieser Stelle möchte ich eine Bemerkung machen. Die in den Tabellen angegebenen Substratkonzentrationen und Bakterienzahl beziehen sich auf das Gemisch im Thunbergröhrchen während des Reduktionsversuches im Wasserbade. Die Methylenblaukonzentration ist währenddessen also 1 : 30 000.

B. Methylenblaureduktion durch abgetötete Staphylokokken in Abwesenheit von Desinfektionsmitteln.

Nun schien es mir notwendig, die Versuche mit Sublimat und Alkohol zu wiederholen. Und zwar wurde diesmal das Desinfektionsmittel entfernt, nachdem die Bakterien abgetötet waren. Ich ließ die Desinfektionsmittel-

lösung in verschiedenen Konzentrationen auf die Bakterien einwirken. Nach einer bestimmten Zeit wurde eine Oese davon entnommen und in eine Nährbouillon überimpft, um die Wachstumsfähigkeit der Bakterien zu prüfen. Unmittelbar darauf verdünnte ich die Desinfektionsmittellösung mit physiologischer NaCl-Lösung, um ihre Wirkung abzuschwächen und entfernte sie durch 15 Minuten langes Zentrifugieren. Die so behandelten Bakterien wurden in einer mit Phosphat gepufferten, physiologischen NaCl-Lösung von P_H 7,4 aufgeschwemmt. Man nahm 2 ccm davon und tat je 2 ccm Methylenblau- und Na-Laktat-Lösung hinzu. Das Gemisch wurde dann wie üblich in einem Thunbergröhrchen an einer Wasserstrahlpumpe evakuiert. Die Reduktion wurde danach in einem Wasserbade von 37 ° C. beobachtet.

1. Versuche mit Sublimat.

Ich untersuchte zuerst die desinfizierende und Ferment zerstörende Wirkung von Sublimat auf den Staphylococcus aureus, Stamm Urban.

Tabelle III.

Staphylococcus aureus Urban.

Datum	Bakterienzahl in Mill/ccm	Sublimatkonzentration	Einkirkungsdauer in Min.	Substrat 0,1 Mol	Reduktion in Minuten	Wachstum
25. 8.	774	1 : 1000	5	Na-Laktat	—	—
31. 8.	627	1 : 2000	5	„	—	—
9. 10.	627	1 : 3000	5	ohne	—	+
9. 10.	627	1 : 3000	5	Na-Laktat	—	+
9. 10.	627	1 : 3000	5	„	—	+
2. 9.	711	1 : 5000	5	ohne	—	—
2. 9.	711	1 : 5000	5	Na-Laktat	25	—
22. 9.	931	1 : 5000	5	ohne	—	+
22. 9.	931	1 : 5000	5	Na-Laktat	50	+
22. 9.	931	1 : 5000	5	„	61	+
22. 9.	931	ohne	0	ohne	53	
22. 9.	931	„	0	Na-Laktat	3	
2. 10.	711	1 : 5000	10	„	44	+
2. 10.	711	ohne	0	„	3	

Das Sublimat wurde nach der Desinfektion mit physiologischer NaCl-Lösung verdünnt und durch 15 Minuten langes Zentrifugieren entfernt.

Wie die Tabelle III zeigt, vermag das Sublimat in der Konzentration von 1 : 1000 die Staphylokokken innerhalb 5 Minuten abzutöten, aber nicht in der Konzentration von 1 : 5000. Die mit dem Sublimat 1 : 1000 abgetöteten Staphylokokken haben ihre dehydrierende Fähigkeit dem Laktat gegenüber als H-donator vollständig eingebüßt. Die mit dem Sublimat 1 : 5000 behandelten können das Methylenblau zwar noch reduzieren, aber schon ganz schwach. der Versuch am 9. 10. zeigt, daß die durch das Sublimat 1 : 3000 noch nicht vollständig abgetöteten Staphylokokken schon ihre dehydrierende Fähigkeit verloren haben.

Das Sublimat scheint also eher die Bakterienfermente zu zerstören, als die Bakterien selbst zu töten. Obwohl der Versuch am 2. 9. anscheinend so verlief, daß die mit dem Sublimat 1 : 5000 in 5 Minuten abgetöteten Staphylokokken das Methylenblau in Gegenwart von Laktat als H-donator noch in 25 Minuten reduzieren konnten, so zeigten die später wiederholten Kontrollversuche, daß die Staphylokokken in Wirklichkeit noch nicht vollständig abgetötet waren.

2. Versuche mit Aethyl- und Methylalkohol.

a) Vorversuch mit Aethyl- und Methylalkohol als H-donatoren.

Wie wir wissen, können Aethyl- und Methylalkohol in geringen Konzentrationen als H-donatoren dienen. Es ist daher zweckmäßig, die wirksamen Konzentrationen zu bestimmen.

Die Tabelle IV zeigt, daß 30 Vol. %iger Aethylalkohol und 30 Vol. %iger Methylalkohol die Methylenblaureduktion stark hemmen. Auch 1 Vol. %iger Methylalkohol erweist sich als H-donator unwirksam; denn die Reduktion vollzieht sich nicht viel schneller als der Kontrollversuch ohne Substrat. Als am wirksamsten erweisen sich 1—10 Vol. %iger Aethylalkohol und 10—20 Vol. %iger Methylalkohol. Von den beiden Alkoholen ist wiederum der Aethylalkohol wirksamer.

Tabelle IV.

Die Methylenblaureduktion durch frische Staphylokokken in Gegenwart von Alkoholen als H-donatoren.

Datum	Bakterienzahl Mill./ccm	Substrat		Reduktion in Minuten
7. 10.	587	ohne		62
7. 10.	587	Na-Laktat	0,1 Mol	2
7. 10.	587	Aethylalkohol	33 Vol %	—
7. 10.	587	„	30 Vol %	—
7. 10.	587	„	20 Vol %	30
7. 10.	587	„	10 Vol %	18
7. 10.	587	„	1 Vol %	14
7. 10.	587	Methylalkohol	33 Vol %	—
7. 10.	587	„	30 Vol %	—
7. 10.	587	„	20 Vol %	26
7. 10.	587	„	10 Vol %	22
7. 10.	587	„	1 Vol %	60

b) Versuche mit Aethyl- und Methylalkohol als Desinfektionsmittel.

Nun ging ich zu den eigentlichen Versuchen mit Aethyl- und Methylalkohol als Desinfektionsmittel über. Die Tabelle V zeigt uns die Ergebnisse, die unserer Erwartung entsprechen.

Die Staphylokokken werden durch den Aethylalkohol von 50—100 Vol % innerhalb 5 Minuten vollständig abgetötet. Nach Wirgin sollen sie im nassen Zustande sogar in einer Minute zugrunde gehen, während trockene Bakterien von dem absoluten Alkohol gar nicht angegriffen werden. Unsere Versuche stimmen damit überein; denn wir arbeiteten bei den Alkoholen bisher immer mit Bakterien im nassen Zustande. Die durch 50—60 Vol %igen Aethylalkohol abgetöteten Staphylokokken sind noch imstande, das Methylenblau mit Na-Laktat als H-donator in einer relativ kurzen Zeit zu reduzieren. Der Aethylalkohol vermag erst in den Konzentrationen von 70 Vol % aufwärts die dehydrierenden Fermente der Staphylokokken vollständig zu zerstören.

Als H-donator ist, wie der Vorversuch zeigt, Methylalkohol nicht so wirksam wie Aethylalkohol. Als Desinfektionsmittel ist Methylalkohol auch schwächer als Aethylalkohol. Denn 50 Vol %iger Methylalkohol vermag die Sta-

phylokokken erst in 10 Minuten abzutöten, während Aethylalkohol in gleicher Konzentration die Staphylokokken schon in 5 Minuten abtötet (Tabelle VI).

Tabelle V.

Staphylokokken werden mit Aethylalkohol behandelt. Dieser wird nach der Behandlung mit physiologischer NaCl-Lösung verdünnt und durch 15 Minuten langes Zentrifugieren entfernt.

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Aethylalkohol Vol %	Wirkungsdauer in Minuten	Substrat 0,1 Mol	Reduktion i. Min.	Wachstum
17. 9.	2728	40	5	Na-Laktat	3	+ +
17. 9.	2728	40	5	„	4	+ +
17. 9.	2728	50	5	ohne	—	— —
17. 9.	2728	50	5	Na-Laktat	6	— —
17. 9.	2728	50	5	„	6	— —
21. 9.	1313	50	10	ohne	—	— —
21. 9.	1313	50	10	Na-Laktat	20	— —
21. 9.	1313	50	10	„	20	— —
2. 9.	711	60	5	„	36	— —
10. 9.	1085	60	5	„	24	— —
10. 9.	1085	60	5	„	23	— —
10. 9.	1085	60	5	ohne	—	— —
12. 9.	1041	70	5	Na-Laktat	—	— —
12. 9.	1041	70	5	„	—	— —
8. 9.	1870	ohne	0	ohne	34	
8. 9.	1870	ohne	0	Na-Laktat	2	
8. 9.	1870	60	5	ohne	—	— —
8. 9.	1870	60	5	Na-Laktat	38	— —
2. 10.	711	100	5	„	—	— —
2. 10.	711	100	5	„	—	— —

Methylalkohol scheint die Bakterienfermente aber stärker zu zerstören. Denn bei annähernd gleicher Bakterienzahl (um 1000 Mill./ccm) wird das Methylenblau in Gegenwart von Laktat als H-donator durch die mit 60 Vol %igem Methylalkohol 5 Minuten lang behandelten Staphylokokken erst in einer Stunde reduziert, während es durch mit dem gleich konzentrierten Aethylalkohol gleich lange behandelten Staphylokokken schon in einer halben Stunde reduziert werden kann. Dies ist vielleicht auch der Grund dafür, weshalb als H-donator Methylalkohol nicht so wirksam wie Aethylalkohol ist.

3. Versuche mit Toluol und Benzol.

Nach dem Vorschlag von E. Fischer soll das Toluol als Konservierungsmittel und bei der keimfreien Gärung zur Trennung von Leben und Gärkraft Anwendung finden. Nach den Versuchen von Quastel haben Toluol, Benzol und Aether dieselbe Wirkung auf die Colibakterien. Ich stellte aber fest, daß Toluol und Aether bei Staphylokokken nicht dieselbe Wirkung entfalten können und möchte daher den Aether nicht mit dem Toluol und Benzol zusammen in diese Gruppe stellen.

Tabelle VI.

Staphylococcus aureus Urban.

Der Methylalkohol wurde nach der Desinfektion durch physiologische NaCl-Lösung stark verdünnt und durch 15 Minuten langes Zentrifugieren entfernt.

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Methylalkohol in Vol %	Wirkungsdauer in Minuten	Substrat 0,1 Mol	Reduktion i. Min.	Wachstum nach 24 h	Wachstum nach 48 h
21. 9.	1313	ohne	0	ohne	32		
21. 9.	1313	„	0	Na-Laktat	1		
21. 9.	1313	40	5	ohne	—	+ +	
21. 9.	1313	40	5	Na-Laktat	12	+ +	
21. 9.	1313	40	5	„	11	+ +	
21. 9.	1313	50	5	ohne	—	— —	+ +
21. 9.	1313	50	5	Na-Laktat	19	— —	+ +
21. 9.	1313	50	5	„	19	— —	+ +
21. 9.	1313	50	5	„	20	— —	+ +
9. 10.	627	50	10	ohne	—	— —	— —
9. 10.	627	50	10	Na-Laktat	10	— —	— —
9. 10	627	50	10	„	9	— —	— —
22. 9.	931	ohne	0	ohne	53		
22. 9.	931	ohne	0	Na-Laktat	1		
22. 9.	931	60	5	ohne	—	— —	— —
22. 9.	931	60	5	Na-Laktat	60	— —	— —
22. 9.	931	60	5	„	61	— —	— —
9. 10	627	70	5	ohne	—	— —	— —
9. 10	627	70	5	Na-Laktat	117	— —	— —
9. 10	627	70	5	„	119	— —	— —

a) Versuche mit Bakterien in trockenem Zustande.

Die Staphylokokken sind außerordentlich widerstandsfähig gegen Toluol. Die gewaschenen Bakterien sind mit

dem Toluol nicht benetzbar. Ich ließ daher das Toluol einfach das Schrägagarröhrchen ausfüllen, ohne die Bakterien von ihrem Nährboden herunter zu waschen,damit das Toluol so nahe wie möglich mit ihnen in Berührung kommen kann. Auf diese Weise konnte ich Staphylokokken durch Toluol in drei Tagen bei Zimmertemperatur abtöten. Danach wurde das Toluol abgegossen. Die Bakterien wurden dann in eine mit Phosphat gepufferte physiologische NaCl-Lösung von PH 7,4 aufgeschwemmt und auf ihre dehydrierende Fähigkeit an Laktat geprüft.

Die Tabelle VII zeigt die Ergebnisse von den Versuchen an den auf diese Weise behandelten Staphylokokken an. Man sieht, daß nach der Abtötung der Staphylokokken durch Toluol die dehydrierenden Fermente dem Laktat gegenüber noch relativ gut erhalten bleiben. Diese Methode hat aber den Nachteil, daß man erstens die Bakterienzahl nicht genau bestimmen kann, und zweitens zu wenig Bakterien in einem Schrägagarröhrchen hat, um damit umfangreiche Versuche zu machen. Und schließlich kann man die Bakterien doch nicht immer sicher abtöten. Denn wenn der Nährboden ein wenig zu feucht ist, dann werden die die Bakterien auch nach wochenlanger Behandlung mit reinem Toluol nicht abgetötet.

Tabelle VII.

Staphylococcus aureus Urban wurde in trockenem Zustande mit reinem Toluol behandelt.

Datum	in reinem Toluol	Substrat 0,1 Mol	Reduktion in Min.	Wachstum
31. 7.	48 Std.	Na-Laktat	6	+
3. 8.	70 Std.	„	20	—
3. 8.	70 Std.	„	13	—
16. 8.	87 Std.	„	5	+
18. 8.	136 Std.	„	9	+
5. 9.	93 Std.	„	17	—
5. 9.	93 Std.	ohne	—	—
16. 9.	168 Std.	Na-Laktat	5	—
16. 9.	168 Std.	ohne	—	—

b) Versuche mit Bakterien in nassem Zustande.

Schließlich ist es mir doch gelungen, die Staphylokokken in einer Aufschwemmung von physiologischer NaCl-

Lösung innerhalb von 24 Stunden durch Toluol abzutöten und zwar bei der Brutschranktemperatur. Nach Hailer kann das Toluol eine Bouillonkultur bei 37° C in einigen Tagen sterilisieren. Diese Angabe stimmt also mit meinen Versuchen überein.

Ich machte eine so dichte Bakterienaufschwemmung in mit Phosphat gepufferter physiologischer NaCl-Lösung, daß das Methylenblau durch sie in Gegenwart von Laktat als H-donator in 2 Minuten reduziert wurde. Danach tat ich Toluol hinzu, schüttelte das Gemisch einige Male kräftig um und stellte es in den Brutschrank hinein. Nach einer bestimmten Zeit wurde ein Teil von der Aufschwemmung mit einer Pipette herausgesogen und auf die Dehydrierung untersucht. Der Rest wurde in den Brutschrank zurückgestellt, um den weiteren Einfluß von Toluol auf die Fermente zu beobachten.

Gleichzeitig stellte ich mit einer Bakterienaufschwemmung von derselben Dichte einen Parallelversuch mit Benzol an, um zu sehen, ob man irgendeinen Unterschied bei diesen beiden Desinfektionsmitteln feststellen kann.

Auf diese Weise habe ich den Einfluß von Toluol und Benzol auf die dehydrierende Fermentfunktion der Staphylokokken im Laufe von mehreren Tagen beobachtet und konnte feststellen, daß die dehydrierenden Bakterienfermente nach 24 Stunden langer Einwirkung von Benzol bzw. Toluol dem Laktat gegenüber noch relativ gut erhalten bleiben, während der Kontrollversuch ohne Laktat schon unverändert bleibt. Erst nach 48 Stunden geht die Reduktionsgeschwindigkeit deutlich zurück. (Tabelle VIII).

Anfangs hat man den Eindruck, als ob das Benzol die Fermente stärker zerstöre. Aber nach fünf Tagen kommt die Reduktionsgeschwindigkeit in beiden Fällen, bei Toluol und Benzol, auf den gleichen Wert zurück.

Die Tabelle VIII zeigt ferner, daß die Staphylokokken nach zwei Stunden langer Einwirkung von Toluol bzw. Benzol noch lebensfähig sind. Hieraus ist zu ersehen, daß die kleine Menge mitüberimpften Desinfektionsmittels das Wachstum der Bakterien nicht hemmen kann.

Außerdem merke ich, daß die dehydrierende Fähigkeit der Staphylokokken stark herabgesetzt ist, nachdem

Tabelle VIII.

Staphylokokken wurden mit Toluol und Benzol behandelt: am 14. 10. wurden mehr Toluol und Benzol hinzugefügt.

Bakterienzahl = 627 Mill./ccm

Datum	Stunden nach der Einwirkung	Substrat 0,1 Mol	Reduktion nach der Desinfektion durch: Toluol bei 37 °C in Min.	Benzol bei 37 °C in Min.	Wachstum durch Toluol	Benzol
9. 10.	0	ohne	81	81		
9. 10.	0	Na-Laktat	2	2		
9. 10.	2	„	—	—	+	+
10. 10.	24	ohne	—	—	— —	— —
10. 10.	24	Na-Laktat	3	4	— —	— —
11. 10.	48	ohne	—	—	— —	— —
11. 10.	48	Na-Laktat	7	12	— —	— —
11. 10.	48	„	7	12	— —	— —
12. 10.	72	„	14	18	— —	— —
12. 10.	72	„	15	18	— —	— —
12. 10.	72	„	15	19	— —	— —
13. 10.	96	„	26	30		
13. 10.	96	„	30	29		
14. 10.	120	„	27	26		
14. 10.	120	„	28	27		
15. 10.	144	„	82	82		
15. 10.	144	„	85	86		
15. 10.	144	„	80	81		

ich am 14. 10. von neuem Toluol bzw. Benzol der Aufschwemmung hinzugefügt hatte. Es sieht so aus, als wenn hierbei die Quantität des Desinfektionsmittels eine Rolle spielen könnte. Es ist daher notwendig, noch einen Versuch zu machen, wobei die Menge des Toluols variiert wird.

Wie Wirgin s. Zt. bei der Desinfektion mit Alkoholen festgestellt hat, sind die Staphylokokken in trockenem Zustande gegen Desinfektionsmittel widerstandsfähiger als die in nassem Zustande. Bei meinen Versuchen mit der Schrägagarröhrchenkultur handelte es sich nämlich um trockene Bakterien. Es ist möglich, daß das Toluol die Staphylokokken in einer Aufschwemmung von physiologischer NaCl-Lösung nicht nur bei 37 °C, sondern auch bei 18 °C innerhalb 24 Stunden abtöten kann. Ich stellte daher diesen Versuch bei 18 ° C. an.

Ich machte eine dichte Staphylokokkenaufschwemmung, daß durch sie das Methylenblau in Gegenwart von Laktat als H-donator in zwei Minuten reduziert wurde und teilte sie in zwei gleiche Teile. Zu dem einen Teil gab ich 5 ccm und zu dem anderen 20 ccm Toluol. Nach 48 Stunden langem Stehen bei Zimmertemperatur konnte ich nachweisen, daß die dehydrierende Fermentfunktion dem Laktat gegenüber noch relativ gut erhalten bleibt und ein merklicher Unterschied in der Reduktionsgeschwindigkeit nicht besteht. Es ließ sich ferner feststellen, daß das Toluol die Staphylokokken in nassem Zustande nicht innerhalb 48 Stunden abzutöten vermag.

Tabelle IX.

Staphylococcus aureus Urban.

Die Bakterien wurden mit Toluol bei Zimmertemperatur behandelt, nach 48 Stunden wurden sie mit Toluol bei Brutschranktemperatur weiter behandelt.

Datum	Zeit nach der Einwirkung von Toluol	Substrat 0,1 Mol	Reduktion nach d. Desinfektion durch 5 ccm Toluol in Min	20 ccm Toluol in Min.	Wachstum
			Bakterienzahl = 1386 Mill./ccm		
23. 10.	0 Std.	ohne	45	45	
23. 10.	0 Std.	Na-Laktat	2	2	
24. 10.	24 Std. bei 18° C	ohne	—	—	+ +
24. 10.	24 Std. bei 18° C	Na-Laktat	3	3	+ +
24. 10.	24 Std. bei 18° C	Na-Laktat	3	3	+ +
24. 10.	24 Std. bei 18° C	„	4	3	+ +
25. 10.	48 Std. bei 18° C	„	3	3	+ +
25. 10.	48 Std. bei 18° C	„	4	3	+ +
26. 10.	24 Std. bei 37° C	„	5	8	— —
26. 10.	24 Std. bei 37° C	„	5	8	— —
27. 10.	48 Std. bei 37° C	„	12	26	
27. 10.	48 Std. bei 37° C	„	13	30	
28. 10.	72 Std. bei 37° C	„	21	32	
28. 10.	72 Std. bei 37° C	„	21	32	
29. 10.	96 Std. bei 37° C	„	35	35	
29. 10.	96 Std. bei 37° C	„	40	38	

Von Interesse ist ferner, daß die Reduktion bei dem Kontrollversuch ohne Laktat schon ausbleibt, bevor die Bakterien durch Toluol vollständig abgetötet sind. Toluol kann also in geringen Mengen die Reduktion hemmen.

Am 26. 10. (Tabelle IX) stellte ich die Aufschwemmungen in den Brutschrank. Am folgenden Tage konnte ich feststellen, daß die dehydrierende Fähigkeit der Staphylokokken schon deutlich herabgesetzt ist. Vergleicht man die beiden Versuche miteinander, so findet man, daß mehr Toluol doch die Fermente schneller zerstört. Nach einigen Tagen kommen die Reduktionsgeschwindigkeiten aber wieder auf den gleichen Wert zurück.

Nun komme ich zu dem Benzol zurück, bei dem ich nur einen Versuch gemacht und festgestellt habe, daß es eine ähnliche Wirkung wie Toluol besitzt. Ob es die Staphylokokken auch erst bei 37 ° C abzutöten vermag, oder schon bei Zimmertemperatur, bedarf noch näherer Untersuchung.

Die Tabelle X zeigt, daß die Staphylokokken durch Benzol bei Zimmertemperatur in 24 Stunden abgetötet werden. Hier findet man also doch einen Unterschied in der Wirksamkeit zwischen Toluol und Benzol.

Tabelle X.

Staphylokokkenaufschwemmung wurde mit Benzol bei Zimmertemperatur behandelt.

			Bakterienzahl = 931 Mill./ccm	
Datum	in Benzol bei 18° C.	Substrat 0,1 Mol.	Reduktion in Minuten	Wachstum
21. 10.	0 Std.	ohne	34	
21. 10.	0 Std.	Na-Laktat	2	— —
22. 10.	24 Std.	„	10	— —
22. 10.	24 Std.	„	9	— —
23. 10.	48 Std.	„	10	— —
23. 10.	48 Std.	„	9	— —

4. Versuche mit Aether.

Nun möchte ich den Aether noch einmal untersuchen. Festgestellt habe ich, daß er die Staphylokokken bei Zimmertemperatur schon in vier Stunden abtöten kann und die Reduktion sogar in seiner Gegenwart relativ schnell vor sich geht. Nun erhebt sich die Frage: Wird die Methylenblaureduktion durch den Aether beschleunigt oder gehemmt? Ich ließ den Aether auf eine Staphylokokkenaufschwemmung 6 Stunden lang einwirken, weil in dieser Zeit die Bakterien sicher vollständig abgetötet werden.

Danach wurde sie auf ihre dehydrierende Fermentfunktion an Laktat und einigen anderen Substraten geprüft. Dann wurde der Aether durch 15 Minuten langes Zentrifugieren entfernt. Darauf wurden die Bakterien in einer mit Phosphat gepufferten physiologischen NaCl-Lösung in annähernd gleicher Dichte wie vorhin aufgeschwemmt und noch einmal auf ihre Fermentfunktion untersucht. Die Tabelle XI zeigt, daß die Reduktion viel schneller vor sich geht, nachdem der Aether entfernt ist. Er verzögert also die Reduktion ziemlich stark.

Tabelle XI.

Staphylococcus aureus Urban.

Versuch am 23. 10. Bakterienzahl = 1386/ccm

Substrat 0,1 Mol.	Reduktion bei der frischen Bakterien	Reduktion nach 6 Stunden Einwirkung von Aether bei 18° Wachstum — —	
		nicht gewaschen in Gegenwart von Aether	gewaschen ohne Aether
ohne	45 Min.	—	—
Na-Laktat	2 „	6 Min.	3 Min.
Bernsteins.-Na	24 „	—	—
Formamid	5 „	—	—
Alanin	13 „	—	—

C. Methylenblaureduktion durch abgetötete Stophylokokken in Gegenwart von verschiedenen Substraten als H-donatoren.

Bis jetzt habe ich ausschließlich Na-Laktat als H-donator verwendet. Es ist aber wichtig, zu untersuchen, ob die durch Desinfektionsmittel abgetöteten Staphylokokken auch in Gegenwart von anderen Substraten als H-donatoren das Methylenblau zu reduzieren vermögen.

Ich habe eine Reihe von Substraten untersucht und konnte feststellen, daß sich bei der Methylenblaureduktion durch abgetötete Staphylokokken als H-donator außer Na-Laktat noch ameisensaures Natrium als sehr wirksam erweist, ja sogar noch wirksamer als Na-Laktat bei den Versuchen, wo die Bakterien durch Alkohol abgetötet sind (Tabelle XII und Tabelle XIII). Die Wirksamkeit von Bernsteinsäure ist nur ganz schwach angedeutet. Sie ist bei den Versuchen mit Aether und Methylalkohol kaum

nachzuweisen. Alle übrigen Substrate sind als H-donatoren nach der Desinfektion nicht mehr wirksam.

Ferner ist zu bemerken, daß das wirksame Substrat nach der Desinfektion nicht dasjenige zu sein braucht, das sich vor der Desinfektion als am wirksamsten erweist. Glykokoll, Formaldehyd, Formamid usw. sind z. B. vor der Desinfektion sehr wirksam, verlieren aber nach der Desinfektion ihre Wirksamkeit vollständig, während Bernsteinsäure, die vor der Desinfektion nur relativ schwach wirksam ist, ihre schwache Wirksamkeit nach der Desinfektion noch beibehalten kann.

Tabelle XII.

Staphylococcus aureus Urban.

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Substrat 0,1 Mol	Reduktion bei den frischen Bakterien in Minuten	Reduktion nach Abtöten durch Aethylalkohol 50 Vol. % in Minuten
3. 10.	1155	ohne	41	—
3. 10.	1155	Na-Laktat	2	14
6. 11.	1388	„	2	28
6. 11.	1388	Ameisens. Na	3	19
3. 10.	1155	Bernsteins. Na	70	—
25. 10.	988	„	10	110
27. 10.	931	„	65	105
3. 10.	1155	Na-Oxalat	69	—
3. 10.	1155	Na-Acetat	59	—
3. 10.	1155	Weins. Na.	—	—
3. 10.	1155	Citronens. Na	40	—
3. 10.	1155	Formaldehyd	39	—
25. 10.	988	Acetaldemyd	11	—
3. 10.	1155	Methylalkohol	60	—
25. 10.	988	Aethylalkohol	11	—
25. 10.	988	Amylalkohol	—	—
25. 10.	988	Mannit	60	—
25. 10.	988	Carbamid	27	—
25. 10.	988	Formamid	7	—
3. 10.	1155	Formamid	9	100
27. 10.	931	„	27	—
25. 10.	988	Glykokoll	8	—
3. 10.	1155	Alanin	10	—
25. 10.	988	Glucose	15	—

Tabelle XIII.

Staphylococcus aureus Urban.

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Substrat 0,1 Mol.	Reduktion bei den frischen Bakterien in Minuten	Reduktion nach Abtöten durch Methylalkohol 50 Vol. % in Minuten
5. 10.	1155	ohne	56	—
5. 10.	1155	Na-Laktat	2	15
6. 11.	1388	Na-Laktat	2	10
6. 11.	1388	Ameisens. Na	3	9
6. 11.	1388	Bernsteins. Na	70	heller in 1 Std.
5. 10.	1155	„	71	—
5. 10.	1155	Na-Acetat	—	—
5. 10.	1155	Na-Oxalat	40	—
5. 10.	1155	Weins. Na	—	—
5. 10.	1155	Citronens. Na	42	—
5. 10.	1155	Formamid	25	—
5. 10.	1155	Carbamid	62	—
5. 10.	1155	Methylalkohol	67	—
5. 10.	1155	Aethylalkohol	10	—
5. 10.	1155	Amylalkohol	—	—
5. 10.	1155	Mannit	50	—
5. 10.	1155	Formaldehyd	40	—
5. 10.	1155	Acetaldehyd	11	—
5. 10.	1155	Glykokoll	7	—
5. 10.	1155	Alanin	10	—
5. 10.	1155	Glucose	13	—

Tabelle XIV.

Staphylococcus aureus Urban.

Der Aether wurde nach 4 Stunden durch 15 Minuten langes Zentrifugieren entfernt.

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Substrat 0,1 Mol.	Reduktion bei den frischen Bakterien in Minuten	Reduktion nach Abtöten durch Aether in Minuten
8. 11.	2300	ohne	40	—
8. 11.	2300	Na-Laktat	2	3
8. 11.	2300	Ameisens. Na	3	8
23. 10.	1386	ohne	45	—
23. 10.	1386	Na-Laktat	2	3
23. 10.	1386	Bernsteins. Na	24	—
23. 10.	1386	Na-acetat	32	—
23. 10.	1386	Na-oxalat	17	—
23. 10.	1386	Citronens. Na	42	—
23. 10.	1386	Methylalkohol	31	—
25. 10.	988	Aethylalkohol	11	—
25. 10.	988	Amylalkohol	—	—
25. 10.	988	Mannit	60	—
23. 10.	1386	Formaldehyd	14	—
25. 10.	988	Acetaldehyd	11	—
23. 10.	1386	Formamid	5	—
25. 10.	988	Carbamid	27	—
25. 10.	988	Glykokoll	8	—
23. 10.	1386	Alanin	13	—
25. 10.	988	Glucose	15	—

Tabelle XV.

Staphylococcus aureus Urban.

Das Toluol wirkt bei 37 ° C 24 Stunden lang auf die Bakterienaufschwemmung. Danach wird es durch 15 Minuten langes Zentrifugieren entfernt.

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Substrat 0,1 Mol.	Reduktion bei den frischen Bakterien in Minuten	Reduktion nach Abtöten durch Toluol in Minuten
8. 11.	2300	Na-Laktat	2	3
8. 11.	2300	Ameisens. Na	3	6
24. 10.	1386	ohne	45	—
24. 10.	1386	Na-Laktat	2	5
24. 10.	1386	Bernsteins. Na	24	160
24. 10.	1386	Na-acetat	32	—
24. 10.	1386	Weins. Na.	—	—
25. 10.	988	Citronens. Na	45	—
24. 10.	1386	Methylalkohol	31	—
25. 10.	988	Aethylalkohol	11	—
25. 10.	988	Amylalkohol	—	—
25. 10.	988	Mannit	60	—
24. 10.	1386	Formaldehyd	14	—
25. 10.	988	Acetaldehyd	11	—
24. 10.	1386	Formamid	5	—
25. 10.	988	Carbamid	27	—
25. 10.	988	Glykokoll	8	—
24. 10.	1386	Alanin	13	—
25. 10.	988	Glucose	15	—

D. Methylenblaureduktion durch abgetötete Coli-Bakterien.

Inzwischen sind auch einige Versuche an Coli-Bakterien gemacht worden. Die Bakterien wurden zuerst gewaschen, dann mit Desinfektionsmitteln behandelt. Nach einer bestimmten Zeit (5 Minuten) wurde das Desinfektionsmittel durch Zentrifugieren entfernt. Die Bakterien wurden dann in einer mit Phosphat gepufferten physiologischen NaCl-Lösung aufgeschwemmt und auf ihre dehydrierende Fähigkeit geprüft.

1. Versuche mit Sublimat.

Die Coli-Bakterien sind gegen Desinfektionsmittel nicht so widerstandsfähig wie die Staphylokokken. Ihre Fermente werden auch sehr leicht durch Desinfektionsmittel zerstört. Das Sublimat 1 : 10000 zerstört schon die dehydrierende Fermentfunktion der Coli-Bakterien vollständig, ohne die Bakterien vollständig abtöten zu können.

2. Versuche mit Aethylalkohol.

30 Vol %iger Aethylalkohol vermag, wie ich festgestellt habe, die Coli-Bakterien nicht in 5 Minuten abzutöten. Die durch 40 Vol %igen Aethylalkohol noch nicht vollständig abgetöteten Bakterien können das Methylenblau in Gegenwart von Laktat als H-donator erst in einer Stunde reduzieren. 50 Vol %iger Aethylalkohol tötet die Coli-Bakterien vollständig ab, zerstört aber ihre Fermente auch sehr stark.

3. Versuche mit Toluol und Aether.

a) An Bakterien in trockenem Zustande.

Ich züchtete die Coli-Bakterien in Schrägagarröhrchen und ließ das Röhrchen mit Toluol ausfüllen. Nach einer bestimmten Zeit wurde das Toluol abgegossen. Die Bakterien wurden dann in einer mit Phosphat gepufferten physiologischen NaCl-Lösung aufgeschwemmt und auf ihre dehydrierende Fähigkeit dem Laktat gegenüber untersucht.

Tabelle XVI.

Coli-Bakterien werden mit Alkohol behandelt, der Alkohol wird nach der Desinfektionszeit mit NaCl-Lösung verdünnt und abzentrifugiert.

Bakterienzahl = 882 Mill./ccm.

Datum	Desinfektionsmittel	Desinfekt.-zeit in Min.	Substrat 0,1 Mol	Reduktion in Min.	Wachstum
15. 9.	ohne	ohne	ohne	21	
15. 9.	„	„	Na-Laktat	9	
15. 9.	Aethylalkohol 40 Vol %	5	ohne	—	−++
15. 9.	„	5	Na-Laktat	59	−++
15. 9.	Aethylalkohol 50 Vol %	5	ohne	—	−−−
15. 9.	„	5	Na-Laktat	150	−−−

Die Tabelle XVII zeigt, daß reines Toluol die Coli-Bakterien schon innerhalb 24 Stunden abtöten kann. Die Fermentfunktion bleibt dem Laktat gegenüber noch relativ gut erhalten. Daß das Methylenblau auch ohne Substrat reduziert wird, liegt daran, daß die Bakterien wegen der kleinen Menge nicht gewaschen sind.

b) An Bakterien in nassem Zustande.

Da die Coli-Bakterien nicht so widerstandsfähig gegen Desinfektionsmittel sind, konnte ich sie auch in einer Aufschwemmung, wie Quastel angegeben, schon in kurzer Zeit abtöten. Ich ließ das Toluol bzw. Aether 10 Minuten lang auf die Aufschwemmung einwirken.

Danach wurden die Desinfektionsmittel durch Zentrifugieren entfernt. Die Bakterien wurden noch einmal ge-

Tabelle XVII.

Coli-Bakterien werden in trockenem Zustande mit reinem Toluol behandelt.

Datum	in Toluol bei 18° C Stunden	Substrat 0,1 Mol	Reduktion in Minuten	Wachstum
11. 9.	48	Na-Laktat	14	— —
12. 9.	72	„	22	+ —
12. 9.	24	„	24	— —
12. 9.	24	ohne	—	— —
16. 9.	72	Na-Laktat	20	— —
16. 9.	72	„	20	— —
17. 9.	50	„	18	— —
17. 9.	50	ohne	35	— —
17. 9.	51	Na-Laktat	20	— —
17. 9.	51	ohne	36	— —

waschen und auf ihre dehydrierende Fähigkeit geprüft. Wie die Tabelle XVIII zeigt, bleibt die Fermentfunktion nach der Abtötung der Bakterien dem Laktat gegenüber noch relativ gut erhalten. Bemerkenswert ist, daß Ameisensäure sich nach der Desinfektion mit Toluol als H-donator im Gegensatz zu den Versuchen an Staphylokokken nicht mehr als wirksam erweist.

Tabelle XVIII.
Coli-Bakterien

Datum	Bakterienzahl in Mill./ccm	Substrat 0,1 Mol	Reduktion durch frische Bakterien	Reduktion nach Abtötung durch Toluol	Aether
9. 11.	510	ohne	—	—	—
9. 11.	510	Na-Laktat	45 Min.	60 Min.	60 Min.
9. 11.	510	Ameisens. Na	—	—	—
4. 12.	1041	Na-Laktat	10 Min.	11 Min.	11 Min.
4. 12.	1041	Ameisens. Na	14 Min.	nicht in 60 Min.	20 Min.

An dieser Stelle möchte ich näher auf die Versuche von Quastel eingehen. Er stellte fest, daß nach der Abtötung der Coli-Bakterien noch eine Reihe von Substraten als H-donatoren wirksam sind, wie die folgende Tabelle XIX zeigt.

Daß seine Ergebnisse nicht ganz mit meinen übereinstimmen, kann erstens daran liegen, daß er eine andere Konzentration der Substrate gewählt hat. Und zweitens kann die Wirkungsdauer von Toluol vielleicht auch eine Rolle spielen. Wie der Versuch von Quastel mit Chloroform (Tabelle XIX) zeigt, nimmt Ameisensäure nach längerer Einwirkung von Chloroform an Wirksamkeit stark ab, während Milchsäure durch lange Einwirkung von Chloroform ihre Wirksamkeit relativ gut beibehalten kann.

Tabelle XIX
Versuch von Quastel an
Coli-Bakterien

Substrat		ohne Desinfekt.	in Toluol 5 Min.	in Toluol 4 Std.	in Chloroform 24 Std.
Bernsteinsäure	M/140	14,2	21,5	69,0	—
Milchsäure	M/140	7,7	8,7	10,0	13
Ameisensäure	M/140	4,0	4,7	9,2	21,5
Essigsäure	M/4,6	5,5	6,5	20,2	22,5
Buttersäure	M/4,6	7,5	7,0	15,5	61
α-Hydroxybuttersäure	M/70	10,5	45	38	—
α-Glycerophosphorsäure		5,5	7,2	9,5	14

Bakterienzahl hat Quastel nicht angegeben, weil er nicht immer Bakterienaufschwemmungen von gleicher Dichte benutzte. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden in

seinen Tabellen nur Zahlen angegeben, die nach der Formel:

$$\text{Keimzahl} \times \text{Reduktionszeit} = \text{konstant}$$

berechnet sind. Die Reduktionszeit ist also umgekehrt proportional der Bakterienmenge. Schließlich beobachtete er die Reduktion in einem Wasserbade von 45° C. Daß diese erhöhte Temperatur einen Einfluß auf die Wirksamkeit der Ameisensäure ausüben kann, ist nicht sehr wahrscheinlich.

Trotzdem die Versuche von Quastel ganz anders wie die von mir ausgeführt sind, scheint aber nur der Unterschied in der Substratkonzentration von Bedeutung zu sein. Denn stärkere Konzentrationen der Substrate können ja die Reduktion hemmen. Vielleicht hat Quastel deswegen eine schwache Konzentration für Milchsäure und Ameisensäure gewählt. Er hat für jedes Substrat eine optimale Konzentration herausgesucht, während wir für alle Substrate dieselbe Konzentration, nämlich 0,1 Mol, gewählt haben. Ferner muß noch erwähnt werden, daß die Konzentration der Methylenblaulösung bei seinen Versuchen 1 : 5000 beträgt. Dies kann wohl am wenigsten mit der Wirksamkeit der Substrate zu tun haben; denn stärkere Konzentrationen der Methylenblaulösung werden ja eher hemmend auf die Reduktion wirken.

Die durch Aether abgetöteten Coli-Bakterien reduzieren das Methylenblau in Gegenwart von Milchsäure und Ameisensäure relativ schnell. In allen Fällen ist Ameisensäure nicht so wirksam wie Milchsäure.

Zusammenfassung.

1. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß einer Reihe von Desinfektionsmitteln auf die dehydrierenden Leistungen der Bakterien untersucht.

2. Toluol, Benzol und Aether können die Staphylokokken abtöten, ohne ihre dehydrierende Fermentfunktion dem Laktat und der Ameisensäure gegenüber wesentlich zu schädigen.

3. 30 Vol %iger Methyl- und Aethylalkohol sind als H-donatoren unwirksam. 50 Vol %iger Aethylalkohöl tötete die Staphylokokken schon in 5 Minuten, 50 %iger Methylalkohol tötete sie erst in 10 Minuten. Die dehydrierende Fermentfunktion bleibt dem Laktat und der Ameisensäure gegenüber noch erhalten, wenn die Bakterien durch 50—60 Vol %igen Methyl- oder Aethylalkohol abgetötet werden.

4. Die durch Sublimat abgetötenen Staphylokokken vermögen das Methylenblau nicht mehr zu reduzieren.

5. Die durch Sublimat abgetöteten Coli-Bakterien können in Gegenwart von Laktat als H-donator das Methylenblau nicht mehr reduzieren. Die durch 50 Vol %igem Aethylalkohol abgetöteten können noch eine schwache reduzierende Wirkung entfalten.

6. Die dehydrierende Fermentfunktion der Coli-Bakterien bleibt dem Laktat gegenüber noch gut erhalten, nachdem sie durch Toluol oder Aether abgetötet sind.

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. H. Zeiss meinen herzlichen Dank für die gütige Unterstützung, die er mir durch die zur Verfügung gestellten zahlreichen Instrumente und Materialien des Instituts gewährte, auszusprechen. Auch Herrn Privatdozent Dr. O. Ehrismann möchte ich für die Anregung zu dieser Arbeit wärmstens danken.

Literaturverzeichnis

Hailer: Die Desinfektion aus dem Weyl'schen Handbuch der Hygiene. Bd. 8, 1922.

Quastel: The Biochemical Journal 148, Bd. 21, 1927.

Braun, H.: Zbl. Bakter. I. orig. 105, Bd. 127, 1933.

Ehrismann, O.: Z. f. Hygiene 273, Bd. 115, 1933.

Euler, H. und Euler, B.: Fermentforschung I, 465. 1916.

Wirgin: Z. f. Hygiene, 46, Bd. 149, 1904.

Warburg: Pfl. Arch. 144, 465, 1912.

Quastel: Ergebnisse der Enzymforschung, Bd. I, 209, 1932.

— The Biochemical Journal, 1224, Bd. 21, 1927.

Lebenslauf.

Ich, Tschen Tung-hsiung, bin am 7. April 1911 in Kwangtung, China, geboren. Nachdem ich die Abschlußprüfung einer sechsstufigen Volksschule in Tschau-Yang bestanden hatte, kam ich im Herbst 1925 in die Gymnasialabteilung der staatlichen Tung-Chi Universität zu Schanghai, die ich im Sommer 1931 absolvierte. Darauf studierte ich an der staatlichen Tung-Chi Universität zu Schanghai ein Semester Medizin und ein weiteres Semester an der staatlichen Sun-Yatsen Universität zu Kanton. Im Sommer 1932 kam ich nach Deutschland, setzte mein medizinisches Studium an der Universität Heidelberg fort und legte hier Ostern 1934 die ärztliche Vorprüfung im ersten (naturwissenschaftlichen) Abschnitt ab. Danach studierte ich an der Thüringischen Landesuniversität zu Jena zwei Semester weiter und legte hier Ostern 1935 die ärztliche Vorprüfung im zweiten (anatomisch-physiologischen) Abschnitt ab. Die sechs Semester klinisches Studium verbrachte ich an den Kliniken und Instituten der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, wo ich anschließend das Staatsexamen bestand.